

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

No title available.

Patent Number: FR2526535
Publication date: 1983-11-10
Inventor(s):
Applicant(s):: PEQUIGNOT MICHEL (FR)
Requested Patent: ☐ FR2526535
Application FR19820007702 19820504
Priority Number(s): FR19820007702 19820504
IPC Classification:
EC Classification: F41H5/04C2, F41H5/04G
Equivalents: DE3342776T, ☐

Abstract

The armouring plate, having a metal weft (11), comprises at least one alveole (12) wherein a ceramic element (13) is arranged under sintering stress. Application to armouring, particularly lightened armouring, for the individual protection and protection of certain equipments.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 07702

(54) Plaque de blindage, notamment pour blindage allégé.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). F 41 H 5/02.

(22) Date de dépôt..... 4 mai 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 45 du 10-11-1983.

(71) Déposant : PEQUIGNOT Michel. — FR.

(72) Invention de : Michel Pequignot.

(73) Titulaire :

(74) Mandataire : Cabinet Bonnet-Thirion et G. Foldés,
95, bd Beaumarchais, 75003 Paris.

La présente invention concerne d'une manière générale le blindage, destiné à protéger des projectiles ou de tous autres moyens de perforation, tels que flammes à haute température ou plasmas par exemple, et elle vise plus particulièrement les plaques de blindage usuellement mises en oeuvre pour la constitution d'un blindage allégé.

Il peut s'agir aussi bien des plaques de blindage destinées au renfort de certains matériels, et en particulier de certains aéronefs, hélicoptères par exemple, pour la protection d'organes essentiels de ceux-ci, que de celles destinées à la constitution d'équipements individuels, gilets pare-balles par exemple, pour la protection des personnels de service.

Ces plaques de blindage sont traditionnellement en métal, et, plus récemment en céramique.

Il s'agit le plus souvent d'acier.

Mais, malgré son prix, qui est plus élevé, et des caractéristiques mécaniques moindres, notamment en ce qui concerne la limite élastique, le titane est également fréquemment mis en oeuvre, en raison de ce que, sa densité étant largement inférieure, de près de la moitié, par rapport à l'acier, il permet avantageusement un gain sensible en poids.

Corollairement, et notamment pour les équipements de protection à l'égard des projectiles d'armes légères, il a déjà été proposé de mettre en oeuvre des plaques de blindage en céramique.

Par céramique, on entend ici, de manière usuelle, une matière compactée et frittée à haute température.

Il peut s'agir, par exemple, d'alumine.

A ce jour, de telles plaques de blindage en céramique sont mises en oeuvre individuellement, en étant simplement juxtaposées les unes aux autres, à la manière des écailles d'une cotte de mailles, par exemple au sein d'une armature de support en matière synthétique.

L'utilisation de céramique pour de telles plaques de blindage trouve sa justification dans le fait que, outre une densité plus faible que celle de l'acier, et donc un

poids moindre, la céramique présente une grande dureté, propre à conduire à une déviation avantageuse des projectiles aussi bien qu'à un écrasement de ceux-ci de nature à en réduire la capacité de perforation.

5 Mais, en contrepartie, la céramique est relativement fragile et cassante.

Sous les effets d'un choc important, une plaque de blindage en céramique peut dès lors se disloquer, et n'offrir donc plus aucune protection à l'égard d'un choc ultérieur.

10 C'est la raison pour laquelle, comme mentionné ci-dessus, son application est en pratique limitée à la protection à l'égard des projectiles d'armes légères.

La présente invention, qui est fondée sur l'observation que, lorsque la céramique est sous contrainte, sa fragilité
15 se trouve très sensiblement réduite, a pour objet une plaque de blindage permettant avantageusement de concilier les avantages du métal et de la céramique.

La plaque de blindage suivant l'invention, qui est en métal, est d'une manière générale caractérisée en ce qu'elle
20 comporte au moins un alvéole dans lequel est disposé sous contrainte de frettage un élément en céramique.

En pratique, plusieurs éléments en céramique sont prévus, qui sont répartis en une ou plusieurs rangées, à la manière d'une mosaïque, et/ou en une ou plusieurs couches, suivant
25 un réseau quelconque, par exemple alternés d'une rangée à une autre, et/ou d'une couche à une autre, les alvéoles correspondants étant soit ouverts, en débouchant à l'extérieur à pleine section ou à section réduite sur l'une au moins des faces de la plaque, et éventuellement sur l'une et l'autre de celles-ci,
30 soit fermés.

Conjointement, les éléments en céramique mis en oeuvre ont une configuration quelconque, et sont par exemple cylindriques, coniques ou sphériques.

Quoi qu'il en soit, étant, suivant l'invention, sous
35 contrainte de frettage, ils présentent une grande résistance aux chocs, et sont donc avantageusement exempts de la fragilité usuellement inhérente à la céramique qui les constitue.

Autrement dit, la trame de métal au sein de laquelle ils se trouvent empêche avantageusement leur dislocation et leur éclatement en cas de choc, en raison de la contrainte de frettage qu'elle leur applique.

5 La plaque de blindage suivant l'invention, dont, en surface, la densité relative en céramique peut par exemple être de l'ordre de 30 à 60%, allie donc de manière avantageuse aux caractéristiques mécaniques du métal qui en fait la trame les qualités de dureté, et de légèreté, de la céramique enser-
10 rée dans cette trame, sans être affectée par la fragilité de celle-ci.

En outre, compte tenu de ce que l'acier a une limite élastique supérieure à celle du titane, et que c'est de cette limite élastique dont dépend notamment la contrainte de fret-
15 tage maximale qu'il est possible d'appliquer aux éléments en céramique mis en oeuvre, il est avantageusement possible, suivant l'invention, à contrainte de frettage donnée, de mettre en oeuvre, pour la constitution de la trame en métal propre à recevoir les éléments en céramique, non plus du titane,
20 mais, si désiré, de l'acier.

En effet, à contrainte de frettage donnée, et les autres conditions étant égales par ailleurs, les quantités de métal à mettre en oeuvre sont alors moindres en acier qu'en titane, et, de ce fait, l'économie globale en matière ainsi réalisée
25 compense au moins dans une certaine mesure les effets d'une densité supérieure pour l'acier que pour le titane.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs de la description qui va suivre, à titre d'exemple, en référence aux dessins schématiques annexés sur
30 lesquels:

- la figure 1 est une vue en élévation d'une plaque de blindage suivant l'invention;
- la figure 2 en est une vue en coupe transversale, suivant la ligne II-II de la figure 1;
- 35 - la figure 3 reprend, à échelle supérieure, une partie de la figure 2 repérée par un encart III sur celle-ci;
- les figures 4A, 4B sont des vues en coupe transversale, qui, analogues à celle de la figure 3, illustrent un mode

possible de réalisation de la plaque de blindage suivant l'invention;

- les figures 5, 6, 7 sont des vues analogues à celles des figures 4 et se rapportent chacune respectivement à d'autres modes de réalisation possibles pour la plaque de blindage suivant l'invention;

- les figures 8, 9, 10 et 11 sont des vues partielles analogues à celle de la figure 2 et concernent chacune respectivement diverses variantes de réalisation de la plaque de blindage suivant l'invention;

- les figures 12A, 12B sont des vues qui, analogues à celles des figures 4, se rapportent à un mode de réalisation possible pour la plaque de blindage représentée à la figure 11;

- la figure 13 reprend pour partie la figure 12B et se rapporte à une variante de réalisation;

- la figure 14 est une vue analogue à celle de la figure 1, pour une autre variante de réalisation de la plaque de blindage suivant l'invention.

D'une manière générale, et tel qu'illustré sur ces figures, une plaque de blindage 10 suivant l'invention présente une trame 11 en métal et comporte, au sein de cette trame 11, au moins un alvéole 12 dans lequel est disposé sous contrainte de frettage un élément en céramique 13.

Dans la forme de réalisation plus particulièrement représentée sur les figures 1 et 2, cette plaque de blindage 10 a un contour hexagonal, et elle comporte plusieurs éléments en céramique 13 répartis, en une couche unique, suivant plusieurs rangées parallèles à ses côtés, lesdits éléments en céramique 13 étant alternés d'une de ces rangées à l'autre.

Un total de dix neuf éléments en céramique 13 sont ainsi mis en oeuvre dans cette forme de réalisation.

Il en résulte, en surface, dans le plan médian moyen de la plaque de blindage 10 parallèle à ses faces, une densité en céramique comprise entre 30 et 60%, et par exemple voisine de 50%.

En pratique, dans la forme de réalisation plus particulièrement représentée sur les figures 1 et 2, les éléments en céramique 16 sont cylindriques, et leur section transversale est circulaire.

Conjointement, les alvéoles 12 de la trame en métal 11 dans laquelle ils sont disposés sont également cylindriques, et de section transversale circulaire, et il s'agit d'alvéoles ouverts, lesdits alvéoles débouchant à l'extérieur à pleine
5 section sur l'une et l'autre des faces de la plaque de blindage 10 qui les comportent.

La trame en métal 11 de la plaque de blindage 10 est de préférence en titane.

Mais elle pourrait aussi bien être en acier ou en tout
10 autre métal ou alliage présentant des caractéristiques mécaniques convenables.

Ses alvéoles 12 peuvent être réalisés par usinage, ou par matriçage par exemple.

Conjointement, les éléments en céramique 13 sont de pré-
15 férence en alumine, c'est-à-dire en oxyde d'aluminium, mais tout autre matériau céramique peut aussi bien être envisagé.

Ils sont de préférence conformés par avance à leur géométrie définitive, lors même de leur pressage.

Tel qu'illustré par les figures 4A, 4B, la mise en place
20 des éléments en céramique 13 dans les alvéoles 12 de la trame en métal 11, et l'obtention d'une contrainte de frettage pour ces éléments en céramique 13, peuvent être assurées de la manière suivante, décrites ci-après en référence à un seul de ces éléments en céramiques 13:

25 Initialement, à froid, l'alvéole 12 concerné a un diamètre D1 légèrement inférieur au diamètre D2 de l'élément en céramique 13 correspondant.

La différence de diamètres peut par exemple être comprise entre 0,1 et 1%.

30 La trame en métal est alors chauffée, à une température de l'ordre de 600 à 900°C par exemple, suffisante, en tout cas, pour que, en raison de la dilatation thermique qui en résulte, le diamètre D'1 de l'alvéole 12 soit alors au moins égal à celui D2 de l'élément en céramique 13, et de préférence
35 très légèrement supérieur, cependant que, conjointement, celui-ci est de préférence laissé à la température ordinaire.

L'élément en céramique 13 est alors introduit, par exemple à la presse, dans l'alvéole 12, figure 4B, et l'ensemble est refroidi.

Du fait du retrait du métal au refroidissement, joint au fait que le métal a un coefficient de dilatation thermique supérieur à celui de la céramique, et à titre indicatif on précisera ici que le coefficient de dilatation thermique du titane est de l'ordre de $0,84 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, celui de l'acier de l'ordre de $1,7 \times 10^{-5}$ et celui de la céramique de l'ordre de $0,65 \times 10^{-5}$, l'élément en céramique 13 est, au refroidissement, l'objet d'une contrainte annulaire de frettage de la part de la trame en métal 11 qui l'enserme.

10 Cette contrainte de frettage, qui sera de préférence aussi élevée que possible eu égard au matériau mis en oeuvre, dépend notamment de la limite élastique du métal constitutif de la trame 11, et du jeu annulaire ayant permis l'introduction de l'élément en céramique 13 dans l'alvéole 12
15 après chauffage de la trame en métal 11.

En laissant froid cet élément en céramique 13 lors de cette introduction, on tire avantageusement parti des différences existant entre les coefficients de dilatation thermique de la céramique et du métal.

20 Bien entendu, le processus ci-dessus peut être appliqué individuellement à chacun des éléments en céramique 13 à mettre en oeuvre, ou, simultanément, à tout ou partie de ceux-ci.

Suivant une variante de réalisation non représentée, ces éléments en céramique 13, au lieu d'être rigoureusement cylindriques, sont légèrement tronconiques.
25

Outre que, après leur pressage, leur démoulage s'en trouve facilité, leur mise en place dans les alvéoles 12 s'en trouve également avantageusement facilitée, l'ajustage correspondant pouvant se faire de manière moins précise.

30 Suivant la variante de mise en oeuvre illustrée par la figure 5, l'obtention d'une contrainte de frettage peut être assurée par brasage à chaud.

Dans un tel cas, et tel que représenté, chaque élément en céramique 13 est mis à froid dans l'alvéole 12 correspondant
35 de la trame en métal 11 elle-même laissée froide, un jeu annulaire suffisant étant prévu à cet effet entre un tel élément en céramique 13 et un tel alvéole 12, et, sous la forme par exemple d'un anneau, de la brasure 15 est placée sur la trame en métal 11, au droit dudit jeu annulaire.

L'ensemble est alors porté à chaud, ce qui, par fusion, conduit la brasure 15 à combler le jeu annulaire entre l'élément en céramique 13 et l'alvéole 12, jeu qui, du fait des différences entre les coefficients de dilatation thermique correspondants, s'est accru par rapport à ce qu'il était à froid.

Au refroidissement, une gaine de métal de brasure se trouve annulairement interposée de manière solide et rigide entre l'élément en céramique 13 et son alvéole 12, en sorte que, comme précédemment, du fait des différences entre les coefficients de dilatation thermique des deux matériaux en cause, l'élément en céramique 13 se trouve l'objet, à travers ladite gaine, d'une contrainte annulaire de frettage de la part de la trame en métal 11 qui l'enserre.

15 Suivant une variante de mise en oeuvre non représentée, la mise en place de l'élément en céramique 13 dans l'alvéole 12 peut également, comme précédemment, se faire à froid, et après que, comme précédemment, l'ensemble ait été porté à température convenable, l'alvéole 12 dans lequel se trouve l'élément en céramique 13 est refermé annulairement sur celui-ci, par
20 pressage et/ou matriçage, jusqu'à venir en contact intime avec cet élément en céramique 13.

Comme précédemment, au refroidissement, celui-ci est dès lors l'objet d'une contrainte annulaire de frettage.

25 Suivant la variante de mise en oeuvre illustrée à la figure 6, la mise en place de l'élément en céramique 13 dans la trame en métal 11 se fait à force, par matriçage à la presse de cette trame en métal 11 portée à cet effet à température suffisante, l'élément en céramique 13, qui est froid, jouant à cet égard
30 le rôle d'un poinçon et formant lui-même, au fur et à mesure de sa pénétration dans la trame en métal 11, l'alvéole 12 dans lequel il doit être disposé.

Au refroidissement, et comme précédemment, il est dès lors l'objet d'une contrainte annulaire de frettage.

35 Suivant la variante de mise en oeuvre illustrée par la figure 7, l'élément en céramique 13 forme, dans un moule 18, un insert autour duquel la trame en métal 11 est surmoulée.

Dans la forme de réalisation plus particulièrement repré-

sentée sur les figures 1 et 2, la hauteur d'un élément en
céramique 13, c'est-à-dire sa dimension perpendiculairement
aux faces de la plaque de blindage 10, qui, dans cette forme
de réalisation, est égale à l'épaisseur de la trame en métal
5 11 correspondante, est de l'ordre de grandeur de son diamètre.

En variante, figure 8, elle peut être très largement
inférieure à ce diamètre.

Suivant la variante de la figure 9, les alvéoles 12 sont
borgnes, ces alvéoles ne débouchant à l'extérieur que sur l'
10 une des faces de la plaque de blindage 10 correspondante.

Suivant la variante de réalisation illustrée par la
figure 10, deux couches d'élément en céramique 13 sont prévues,
les alvéoles 12 correspondants débouchant chacun respectivement
sur la face correspondante de la plaque de blindage 10 concernée.

15 Suivant la variante de réalisation illustrée par la figure
11, les alvéoles 13 peuvent être totalement fermés.

Tel qu'illustré à la figure 12A, ces alvéoles 12 peuvent
être initialement des alvéoles borgnes, dans lesquels sont
introduits les éléments en céramique 13, et qui, ensuite, sont
20 refermés par formage et/ou matriçage, tel qu'illustré par les
flèches F de la figure 12B.

Comme visible à la figure 11, la fermeture des alvéoles 12
ainsi assurée peut être totale.

En variante, figure 13, elle peut laisser subsister une
25 ouverture 19, en sorte que les alvéoles 12 débouchent alors à
l'extérieur à section réduite.

De préférence, et tel qu'illustré à la figure 11, d'une
couche à l'autre, les éléments en céramique 13 sont alternés,
de manière à ce que, perpendiculairement aux faces de la
30 plaque de blindage 10 concernée, il y ait en projection au moins
un élément en céramique 13 en tout point de cette plaque de
blindage 10.

Dans la forme de réalisation représentée sur les figures
11 à 13, les éléments en céramique 13 mis en oeuvre sont sphé-
35 riques et se présentent donc sous la forme de simples billes.

Mais, comme précédemment, ils pourraient aussi bien être
cylindriques ou légèrement tronconiques.

La configuration géométrique des éléments en céramique 13
est d'ailleurs quelconque, cette configuration pouvant être

prévue de manière à assurer si possible une déviation des projectiles entrant, pour détournement de ceux-ci sur un élément en céramique 13 voisin.

Une forme sphérique ou tronconique apparaît de ce point
5 de vue particulièrement avantageuse.

De même, le réseau suivant lequel sont répartis au sein d'une même couche les divers éléments en céramique 13 mis en oeuvre peut être quelconque.

Tel qu'illustré par exemple à la figure 14, qui concerne
10 une plaque de blindage 10 de contour rectangulaire, ce réseau peut lui-même être un réseau orthogonal.

La présente invention ne se limite d'ailleurs pas aux diverses formes de réalisation représentées, non plus qu'aux divers modes de mise en oeuvre décrits et illustrés, mais s'
15 étend à toute variante d'exécution.

REVENDECATIONS

1- Plaque de blindage en métal, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un alvéole (12) dans lequel est disposé sous contrainte de frettage un élément en céramique (13).

2- Plaque de blindage suivant la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte plusieurs éléments en céramique (13) répartis en au moins une rangée et/ou en au moins une couche.

3- Plaque de blindage suivant la revendication 2, caractérisée en ce qu'elle comporte plusieurs rangées et/ou plusieurs couches d'éléments en céramique (13).

4- Plaque de blindage suivant la revendication 3, caractérisée en ce que les éléments en céramique (13) sont alternés d'une rangée à une autre et/ou d'une couche à une autre.

5- Plaque de blindage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les éléments en céramique (13) sont cylindriques et ont par exemple une section transversale circulaire.

6- Plaque de blindage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les éléments en céramique (13) sont sphériques.

7- Plaque de blindage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que l'un au moins des alvéoles (12) est ouvert, ledit alvéole débouchant à l'extérieur sur l'une au moins des faces de la plaque.

8- Plaque de blindage suivant la revendication 7, caractérisée en ce que l'un au moins des alvéoles (12) débouche à l'extérieur sur l'une et l'autre des faces de la plaque.

9- Plaque de blindage suivant l'une quelconque des revendications 7, 8, caractérisée en ce que l'un au moins des alvéoles (12) est cylindrique et l'ouverture par laquelle il débouche à l'extérieur sur une face de la plaque est à pleine section.

10- Plaque de blindage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que l'un au moins des alvéoles (12) est fermé.

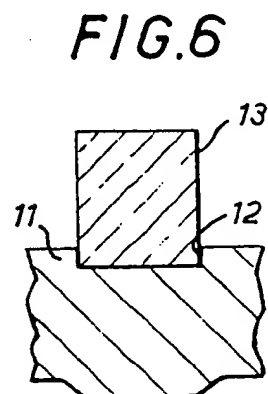
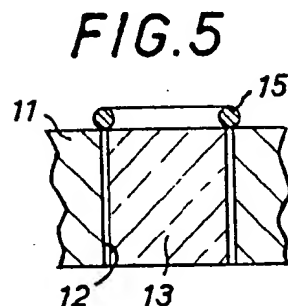
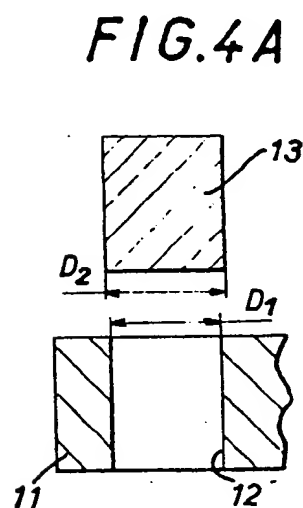
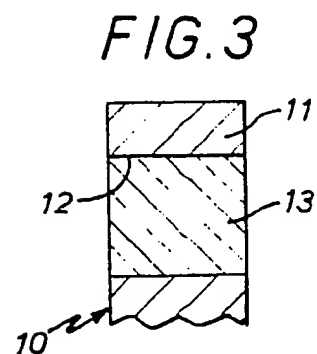
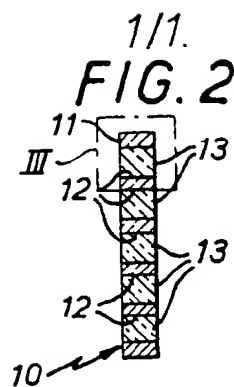
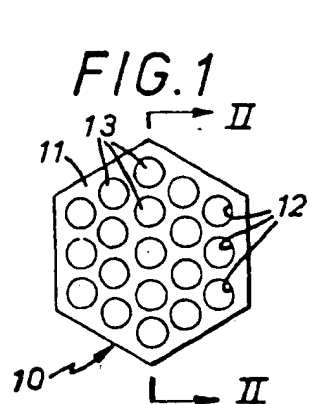


FIG. 4B

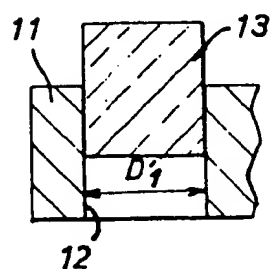
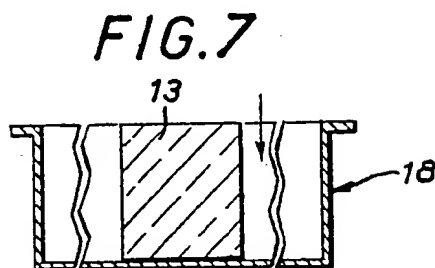


FIG. 9 **FIG. 10** **FIG. 11**

